

**EXPERIMENTELLE NACHWEISE VON
FRAKTUREN UND LUXATIONEN
DER GEHÖRKNÖCHELCHEN DURCH
SCHICHTAUFNAMMEN MIT
HYPOZYCLOIDER VERWISCHUNG**

Heinz R. Nobis

'975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER KLINIK UND POLIKLINIK
FÜR RADIOLOGIE
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

DIREKTOR: PROF. DR. J. LISSNER

EXPERIMENTELLE NACHWEISE VON FRAKTUREN UND LUXATIONEN
DER GEHÖRKNÖCHELCHEN DURCH SCHICHTAUFNAMMEN MIT
HYPOZYCLOIDER VERWISCHUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Heinz E. Nobis
aus
Mülheim - Ruhr

München 1975

MIT GENEHMIGUNG DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Berichterstatter: Prof. Dr. K. W. Frey

Mitberichterstatter: Prof. Dr. J. Lissner

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 29. Juli 1975



MEINEN ELTERN

INHALTSVERZEICHNIS

I.	Einleitung	5
II.	Röntgenologische Methodik zur Detail- erkennbarkeit des Schläfenbeins, ins- besondere zur Darstellung von Frakturen und Luxationen der Gehörknöchelchen	6
III.	Pathogenese und klinische Beobachtungen von Frakturen und Luxationen der Gehör- knöchelchen	10
IV.	Eigene Untersuchungen	16
	1. Untersuchungsmaterial	16
	2. Versuchsaufbau und Technik	17
	3. Die gesetzten Defekte	24
	4. Ergebnisse - Tabellen - Skizzen	27
V.	Diskussion	37
VI.	Zusammenfassung	42
VII.	Literaturverzeichnis	43

I. EINLEITUNG

Die Tomographie in hypozycloider Verwischungstechnik erlaubt unter anderem die Darstellung von Knochenstrukturen des Os temporale, die mit Übersichtsaufnahmen für die Diagnose nicht zu erfassen sind. Zu erwähnen sind hier Strukturen des Mittel- und Innenohres.

Mittels obiger Technik galt es, experimentell festzustellen, ob und in welchen Projektionsrichtungen künstlich gesetzte Frakturen und Luxationen an den Gehörknöchelchen am deutlichsten darzustellen sind. Projektionen wurden in sagittaler und lateraler Schädellage, sowie nach Stenvers mit einer Kopfdrehung um 45° durchgeführt. Der jeweilige Schichtabstand wurde auf 1 mm festgelegt. Als Untersuchungsmaterial dienten Schläfenbeine von Leichen mit Weichteilen. Um die experimentellen Untersuchungen annähernd unter klinischen Bedingungen durchführen zu können, wurden die zum Gesamtschädel fehlenden Knochen- und Weichteilpartien ausgeglichen, indem zwischen den Präparaten und der Röntgenröhre eine Wassersäule gestellt wurde, die die Streustrahlen bewirkte, wie wir sie beim Lebenden vorfinden.

II. RÖNTGENOLOGISCHE METHODIK ZUR DETAILERKENNBARKEIT DES SCHLÄFENBEINS, INSBESONDERE ZUR DARSTELLUNG VON FRAKTUREN UND LUXATIONEN DER GEHÖRKNÖCHELCHEN

Die Diagnose in der Otologie erfordert heute den Einsatz von speziellen Röntgenmethoden. So ist die Tomographie eine hervorragende Röntgentechnik für Darstellungen im Bereich des Felsenbeins.

MUNTEAN und FINK (28) tomographierten im Jahre 1941 Felsenbeine in linearer Längspendelung, d. h. die Pendelung erfolgte in Richtung der Körperachse. Sie hatten herausgefunden, daß die Detailerkennbarkeit bei dieser Methode für die Darstellungen am Felsenbein wesentlich besser war als bei der sogenannten Querpendelung, wie sie von HIPPE und ROSCHER durchgeführt wurde. Mittels der linearen Längspendelung fertigten sie Tomogramme in sagittaler, lateraler und Stenvers 45° Richtung an. Hierbei konnten sie unter anderem den inneren Gehörgang, die Bogengänge, die Schnecke, den Fazialiskanal und die Lagebeziehung der Mittelohrräume gut zur Darstellung bringen.

1943 gelang PÖSCHL (31) eine weitere Verbesserung in der Erkennbarkeit; auch er benutzte die lineare Längspendelung. Die Erkennbarkeitsverbesserung erreichte er dadurch, daß er am Patienten eine Schäeldrehung durchführte, die soweit ging, bis das zu untersuchende Felsenbein frei von Schatten des gegenüberliegenden Felsenbeins war und sich in die Lichtung des Epipharynx hineinprojizierte. Er erzielte gute Darstellungen der hinteren und vorderen Felsenbeinwand, der Paukenhöhle und der Gehörknöchelchen.

BAYER und ERGO (4) setzten Defekte am Stirnbein, an den Stirnhöhlenwänden, am Siebbein, am Processus mastoideus und

der Squama temporalis und tomographierten sie in Querverwischung. Am Stirnbein brachten sie Defekte ab 1,5 mm Durchmesser zur Darstellung. GEORGI und Mitarbeiter (18) erzielten mit linearer Verwischung in der von MÜNDNICH und FREY angegebenen Stenversprojektion ohne 12° am Felsenbein gute Ergebnisse. Ferner berichteten AGAZZI, COVA, SENALDI (1), BULLO (8) und OMBRÉDANNE (29) über die Tomographie mit linearer Verwischung.

Nach geometrischen Untersuchungen von GROSSMANN (21) wußte man bereits 1938, daß für die Detailerkennbarkeit von dreidimensional aufgebauten Gebilden, wie es das Felsenbein ist, die mehrdimensionale Verwischung gegenüber der einfachen linearen Verwischung Vorteile besitzt, da die zur Fehlinterpretation führenden Störschatten erheblich verringert werden. GEBAUER (17) schreibt, daß die Störschatten nicht allein von den zur bestimmten Schicht gehörenden, normal anatomischen und pathologischen Formationen, sondern teilweise auch von denen benachbarter Körperschichten bestimmt werden. Diese Schattenbildung ist bei hypozycloider Verwischung gegenüber der linearen und zyklischen Verwischung am geringsten.

Über die Anwendung der mehrdimensionalen Verwischung in der Ohrtomographie berichtet eine Reihe von Autoren: BRÜNNER und Mitarbeiter, 1961, (7); DULAC, 1961, (9); FISCHGOLD und Mitarbeiter, 1956, (10); FREY, 1956, 1957, 1965, (11 u. 14); LANGFELDT, 1960, (23); LEMAHIEU, 1952, (25); MOUNIER-KUHN und Mitarbeiter, 1956, (26); MÜNDNICH und FREY, 1959, (27); ROVSING, 1965, (34); VALVASSORI, 1963, (36); VIGNAUD und Mitarbeiter, 1965, (37).

Durch Untersuchungen an

- a) anatomischen Präparaten
- b) am Frischpräparat des Schläfenbeins in toto
- c) am Gesamtschädel

konnte FREY (11) 1956 darstellen, daß die Tomographie in hypozycloider Verwischung mit einem Pendelwinkel von 45° gegenüber der eindimensionalen Verwischung bezüglich der Detailerkennbarkeit günstiger ist. Zur Detailerkennbarkeit in bezug auf die Diagnostik der Gehörknöchelchen schreibt er 1964 (13): "Durch die Anwendung der hypozycliden Verwischung und durch die Vornahme von Schichtabständen von 1 mm gelingt eine röntgenologische Feindiagnostik der Ossicula auditus, wie sie mit Übersichtsaufnahmen nicht möglich ist."

Es ergeben sich folgende hauptsächliche Indikationen für die Anwendung des Schichtverfahrens zur Diagnostik der Ossicula:

1. Isolierte Displasie der Gehörknöchelchen bei vorhandenem Trommelfell und offenem Gehörgang (sog. kleine Displasie)
2. Mittelohrmißbildungen
3. Posttraumatische Leitungsschwerhörigkeit (Luxation und Fraktur der Ossicula)
4. Leitungsschwerhörigkeit bei chronischen Mittelohrentzündungen und bei Tumoren (Resorption und Teilresorption der Ossicula)
5. Otosklerose (Verdichtung der Basis stapedis, Einengung der Fensternische)

Er fährt fort: "Mit Ausnahme des Stapes können alle anatomisch bezeichneten Details in einer oder mehreren Ebenen diagnostiziert werden. Das Schichtverfahren mit hypozyclorder Verwischung eignet sich sehr gut zur Diagnostik der Ossicula bei Ohrmißbildungen, Frakturen, Luxationen, bei chronischen Mittelohrentzündungen und Tumoren."

BRÜNNER und Mitarbeiter (7) beschreiben 1961 drei klinische Fälle, bei denen es ihnen gelang, Dislokationen der Gehörknöchelchen vorwiegend im Hammer-Amboß-Bereich mittels hypozyclorder Verwischung darzustellen. Durch die Arbeit von REISNER (32) wird in jüngster Zeit nochmals die gute Detailerkennbarkeit bei hypozyclorder Verwischung nachgewiesen. Er führte Untersuchungen am voll erhaltenen, in Formalin gebetteten Leichenschädel durch, an dem er Knochendefekte gesetzt hatte. Die Detailerkennbarkeit ist seinen Beobachtungen nach unter anderem abhängig von:

- a) Dicke und Dichte der untersuchten Schädelwandung
- b) von der Wandneigung bei wechselnd geneigter Knochenwandungen

Auch bei dünnen, gering absorbierenden, geneigten bzw. gekrümmten Wandungen stellt er die Überlegenheit der hypozycliden Verwischung gegenüber der einfachen heraus.

III. PATHOGENESE UND KLINISCHE BEOBACHTUNGEN VON FRAKTUREN UND LUXATIONEN DER GEHÖRKNÖCHELCHEN

Zu Beginn dieses Kapitels sei kurz auf die Versuche von GLANINGER (19) eingegangen, der die Belastbarkeit der Gehörknöchelchen untersuchte und teils experimentell, teils rechnerisch folgende Werte ermittelte:

- a) Belastbarkeit des Hammer-Amboß-Gelenkes : 66,6 g
- b) Belastbarkeit des Hammer-Amboß-Gelenkes und des Amboß-Steigbügel-Gelenkes zusammen : 119,0 g
- c) Belastbarkeit des Amboß-Steigbügel-Gelenkes : 52,0 g
- d) Belastbarkeit des langen Amboßschenkels: 674,0 g

Die angegebenen Werte in Gramm sind als arithmetisches Mittel einer Versuchsreihe zu verstehen. Der Wert unter c) wurde von GLANINGER nur rechnerisch, nicht experimentell ermittelt.

Frakturen und Luxationen der Gehörknöchelchen sind meist als Folge einer Schläfenbeinfraktur anzusehen. Isoliert, d. h. nicht als Folgefraktur, kommen Frakturen bzw. Luxationen der Schalleitungskette kaum vor. BOENNINGHAUS (6). Bei der Schläfenbeinfraktur unterscheiden wir zwischen der sogenannten L ä n g s f r a k t u r und der Q u e r f r a k t u r . BOENNINGHAUS (6) schreibt, daß der Längsbruch meist als Folge einer seitlichen Gewalteinwirkung und seiner Entstehung nach ein Biegebungsbruch ist.

Er verläuft parallel und entlang der vorderen Kante der Felsenbeinpyramide und strahlt in die Schläfenbeinschuppe oder den Warzenfortsatz aus. Dabei durchsetzt er das Mittelohrdach bis zum äußeren Gehörgang. Der Querbruch dagegen, so berichtet er, entsteht meist als Berstungsbruch infolge einer Gewalt, die von der Stirn oder vom Hinterhaupt aus einwirkt. In seltenen Fällen kommt es zu einem beidseitigen Felsenbeinquerbruch nach Schlag auf den Schädel und Eintreten der Wirbelsäule in die Schädelbasis. Der Querbruch durchsetzt die Felsenbeinpyramide senkrecht zu ihrer Achse und verläuft dabei durch das Innenohr (äußerer Querbruch) oder den inneren Gehörgang (innerer Querbruch).

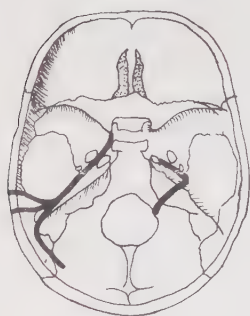


Abb. 1 Schädelbasis mit Felsenbeinlängsbruch links und Felsenbeinquerbruch rechts

Bei der Querfraktur treten in der Regel Funktionsausfälle des Innenohres auf. Bei der Längsfraktur dagegen treten als ihre Folge oft Frakturen und Luxationen an den Gehörknöchelchen auf, ferner häufig Fazialispareesen. Die genaue Diagnose einer Schläfenbeinfraktur ist somit oft Voraussetzung für die weitere Fragestellung bezüglich der

Veränderungen an den Ossicula. BOENNINGHAUS (6) empfiehlt für die Querfraktur die Aufnahme nach Stenvers und für die Längsfraktur die Aufnahme nach Schüller. Unter 91 Schläfenbeinfrakturen fand er 82 Längsfrakturen, woraus der Schluß zu ziehen ist, daß die Längsfraktur weit häufiger auftritt als die Querfraktur. Auch KLEY (22) schreibt, daß bei der typischen Längsfraktur des Schläfenbeins fast immer Schäden des Mittelohres an der einen oder anderen Stelle auftreten. Ob es zu einer Fraktur oder Luxation im Bereich der Gehörknöchelchen kommt oder nicht, hängt seiner Meinung nach in erster Linie von den bei der Fraktur wirksamen Scherkräften, von der Dislokation von Knochenfragmenten und von der Einmündungsstelle der Bruchlinien in die Paukenhöhle und den Margo tympanicus ab. Als die drei typischen Einmündungsstellen bezeichnet er die obere, die hintere obere und die hintere Wand der Paukenhöhle.

Zur Pathogenese schreibt FREY (14): "Luxationen und Frakturen der Gehörknöchelchen kommen sehr häufig bei den Längsfrakturen des Schläfenbeins, nach Explosionstraumen und bei Stich- und Fremdkörperverletzungen des Trommelfells vor. Das Amboß-Steigbügel-Gelenk, das Crus longum incudis und der Stapes sind die schwächsten Teile der Schalleitungskette (GLANINGER, 1961) und werden viel öfter betroffen als das Hammer-Amboß-Gelenk, der Malleus und das Corpus incudis. Gelegentlich kann jedoch eine Längsfraktur, die das Tegmen tympani durchsetzt hat und in die hintere Gehörgangswand einstrahlt, zu einer Hammerfraktur führen (KELLER, 1949). - LEISSE (24) beschreibt eine Längsfraktur des Schläfenbeins, bei der der Amboß als Ganzes aus dem Gehörgang nach außen flog und das Trommelfell so gut zuheilte, daß der Verlust des Incus über die Inspektion des Trommelfells nicht mehr zu diagnostizieren war."

Nach den Ergebnissen von FREY (15) - ähnliche Aussagen machte TERRAHE (35) - wird die Unterbrechung der Gehörknöchelchen überwiegend durch eine Luxation des Incus bewirkt. Hier kommt es zu folgenden Erscheinungsformen:

1. Dorsal- und Kranialverschiebung des Incus
2. Kaudalverlagerung des Incus
3. Spreizung zwischen Caput mallei und Corpus incudis

FREY (14/15) stellte fest, daß hauptsächlich folgende Veränderungen an den Ossikeln nach Traumen tomographisch erkennbar sind:

1. Luxationen der Articulatio incudomallearis

a) Verbreiterung des Gelenkspaltes

Die Gelenkspaltbildung wird in der Stenvers-Projektion und in der lateralen Projektion gut sichtbar. Die sagittale a-p gibt keine genaue Darstellung, da bei ihr oft Malleus und Incus aufeinanderprojiziert werden.

b) Stufenbildung zwischen Malleus und Incus

Die Stufenbildung wird sichtbar in der sagittalen a-p, wenn es zu einer Kranialverschiebung des Incus gekommen ist. Das Röntgenbild zeigt dann eine Doppelkontur des medial gelegenen Hammerkopfes gegenüber dem lateral angeordneten Corpus incudis.

c) Subluxation

Statt der engen Aneinanderprojektion wird in der sagittalen a-p hier eine verbreiterte "Doppelbogenform" der oberen Ossikulakontur sichtbar.

d) Vollständige Auseinandersprengung von Malleus und Incus
Hierbei kommt es zur Kaudalverlagerung des Incus. Die deutlich veränderte Lage beider Ossikel wird sichtbar in der Stenvers-Projektion sowie in der seitlichen Projektion.

2. Luxationen der Articulatio incudostapedial

Für die röntgenologische Darstellung ist dieses Gelenk zu klein. Teilweise gelingt ein indirekter Nachweis für die Luxation über die Darstellung der Verlagerung des Crus longum nach ventralwärts in der seitlichen Projektion.

3. Fraktur des Malleus

Die Fraktur des Malleus kommt selten vor. Allgemein ist sie schon über die Spiegelung des Trommelfells zu sehen. Die Abscherung des Manubrium mallei vom Collum mallei ist in der sagittalen, der Stenvers und seitlichen Projektion zu erkennen, wenn es zur atypischen Abknickung des Manubriums kommt.

4. Fraktur des Crus breve incudis

Die Fraktur wird in der Stenvers- und seitlichen Projektion sichtbar, wenn ein Spalt von 1 - 2 mm entsteht. Das Crus breve wird dann dorsalwärts schroff begrenzt, anstatt fließend auszulaufen. Die meisten Frakturen sind hier jedoch röntgenologisch nicht nachweisbar, da die Dislokation zu gering oder die umgebenden Weichteile eine genaue Differenzierung nicht zulassen.

5. Fraktur des Crus longum incudis

Die Diagnose wird oft durch Störschatten von Weichteileinflüssen im Cavum tympani erschwert. Häufig ist nur eine Verdachtsdiagnose möglich. Kommt es jedoch zur Lateralverschiebung des Crus longum incudis, so wird beobachtet, daß das Crus longum in der seitlichen Schädellage manchmal weiter lateralwärts als üblich abgebildet wird.

6. Fraktur des Stapes

Sowohl die Frakturen der Crura stapedis als auch die Ausrisse der Basis stapedis (0,2 - 0,3 mm Stärke) sind röntgenologisch nicht eindeutig zu diagnostizieren, da diese dünnen Strukturen normalerweise überstrahlt werden. Gerade diese Anteile der Gehörknöchelchenkette werden jedoch häufig frakturiert und luxiert.

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Untersuchungsmaterial

Für die experimentellen Versuche dienten Leichenteile in Form von isolierten Schläfenbeinen mit Weichteilen, die vom anatomischen Institut der Universität München gestellt wurden. Insgesamt wurden 10 Präparate untersucht.

Wie die zuerst durchgeführten Orientierungsaufnahmen zeigten, lagen bei 8 von 10 Präparaten bezüglich der Gehörknöchelchen keine pathologischen Veränderungen vor. Somit waren 8 Präparate für die Versuche geeignet. Aufbewahrt wurden die Präparate in einer Formalinlösung.

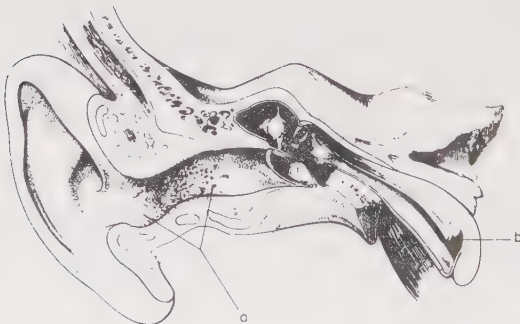


Abb. 2 Äußeres Ohr und Mittelohr in Übersicht.
a) Behaarter Teil des Gehörganges, b) Ohrtrompete.
(aus F. Zöllner "Hals- Nasen- Ohren-Heilkunde"
Thieme Stuttgart 1971)

2. Versuchsaufbau und Technik

Um die isolierten Präparate so fixieren zu können, als ob ein Gesamtschädel zu tomographieren sei, wurde im Os temporalis eines jeden Präparates eine Schraube mittels selbsthärtendem Kunststoff parallel zur Deutschen Horizontale befestigt. So konnten die Präparate an ein besonderes Stativ geschraubt werden. Als Stativkopf wurde ein Kugelgelenk gewählt, so daß Drehungen in jede Richtung durchgeführt werden konnten.

Die zum Gesamtschädel fehlenden Knochen- und Weichteilpartien wurden durch eine Wassersäule, die zwischen Präparat und Röntgenröhre gestellt wurde, ausgeglichen und so die bei klinischen Untersuchungen auftretenden Streustrahlen erzeugt. Wie wir durch Untersuchungen von GRASHEY und BIRKNER (20) wissen, bietet sich Wasser bei röntgenologischen Untersuchungen zur Darstellung von Streustrahlen als Ersatz für Weichteile gut an, da seine Dichte von $1,0 \text{ g/cm}^3$ den Dichten von Muskeln und Fett fast entspricht.

Versuchsaufbau siehe Abbildung 3.

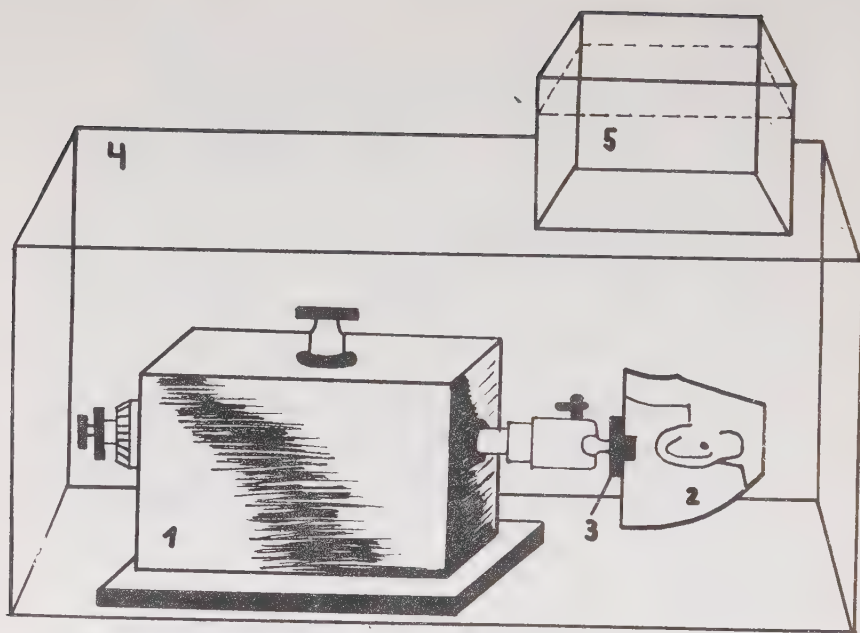


Abb. 3

- 1 Stativ mit Drehachse, Klemmschraube, Gradeinteilung und Kugelgelenk
- 2 Präparat
- 3 Stativschraube
- 4 Glaswanne
- 5 Wassersäule

Die röntgenologischen Darstellungen der Frakturen und Luxationen der Gehörknöchelchen erfolgten mit dem Schichtgerät POLYTOME (Philips-Massiot) in hypo-zycloider Verwischung. Benutzt wurden Normalfilme von 24 x 30 cm mit einer Serie von 4 Einzelaufnahmen pro Film. Der Schichtabstand betrug konstant 1 mm. Entwickelt wurden die Filme in einem automatischen Entwickler.

Technische Angaben:

Abstand Fokus - Schichtebene	:	110 cm
Abstand Schichtebene - Film	:	35 cm
Vergrößerung somit	:	1,3
Brennfleck	:	1 mm
Dauer der hypozycliden Bewegung	:	6 sec
Aufnahmespannung	:	65 - 75 KV
Stromstärke	:	25 mA
Pendelwinkel	:	48°

Benutzt wurden die nach MÜNDNICH und FREY (1959) dargestellten Projektionen.

NOMENKLATUR

1	=	Meatus acusticus externus
2	=	Cavum tympani
2a	=	Recessus epitympanicus
2c	=	Recessus hypotympanicus
3	=	Ossicula auditus
3a	=	Malleus
3c	=	Caput mallei
3d	=	Processus anterior mallei
3m	=	Manubrium mallei

- 4 = Incus
- 4b = Crus breve incudis
- 4c = Corpus incudis
- 4l = Crus longum incudis
- 5 = Processus mastoideus
- 5a = Antrum mastoideum
- VIIa = Canalis facialis, 1. Teilstrecke
- VIIb = Canalis facialis, 1. Knie
- VIIe = Canalis facialis, 3. Teilstrecke
- 8 = Cochlea
- 8a = Cochlea, Basalwindung
- 9a = Fenestra vestibuli
- 1o = Canalis semicircularis lateralis
- 11 = Canalis semicircularis superior (anterior)
- 13 = Meatus acusticus internus
- 18 = Sinus sigmoideus
- 2o = Pars tympanica ossis temporalis
- 21 = Processus styloideus
- 22 = Caput mandibulae
- κ = Pathologische Veränderung (z. B. Labyrinth-
fistel, deformierte Ossicula usw.)
- A = Articulatio incudomallearis
- f.c.m. = Fossa cranii media
- f.c.p. = Fossa cranii posterior
- K = Normale Störschatten im vorderen Bereich
des Cavum tympani
- li = Störlicht
- S = Laterale Attikwand
- sch = Störschatten
- Sp = Facies lateralis recessus epitympanici
(laterale Attikwand)
- Z = Cellulae pneumaticae

Projektionen:

- a) **SAGITTALE SCHÄDELLAGE** mit anterior-posteriorem Strahlengang (a-p)

Schädelage: Rückenlage. Deutsche Horizontale (die Ebene, die Margo infraorbitalis und kranialen Rand vom Meatus acusticus externus schneidet) senkrecht zur Tischebene. (Abb. 4 und 5).

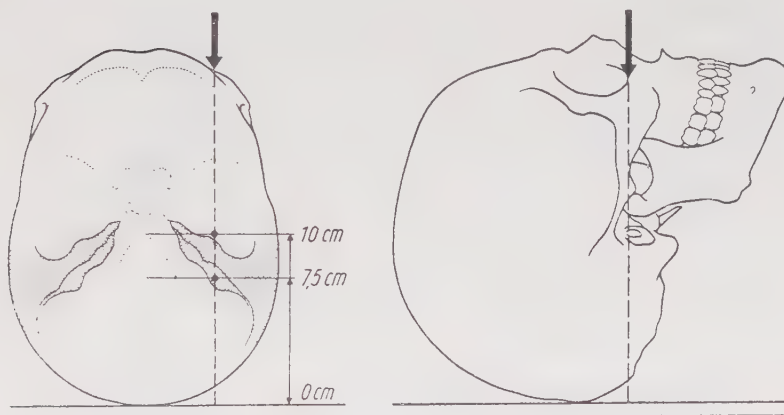


Abb. 4 Sagittale Projektionsrichtung

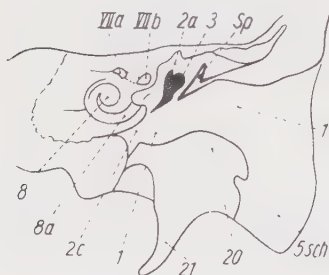


Abb. 5 Darstellung der Gehörknöchelchen bei sagittaler Projektionsrichtung (a-p)

- b) STENVERS ohne 12° , Einstellung der Pyramide in ihrer Längsachse

Schädellage: Rückenlage mit Kopfdrehung um 45° zum gesunden Ohr. Die Körperlängsachse bildet mit der Ebene der Deutschen Horizontalen einen Winkel von 90° . (Abb. 6 und 7).

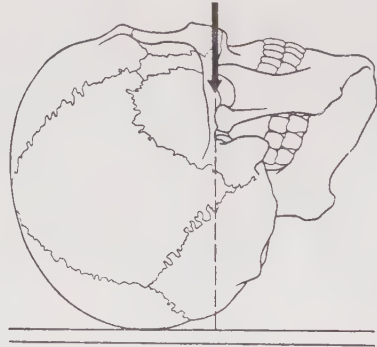
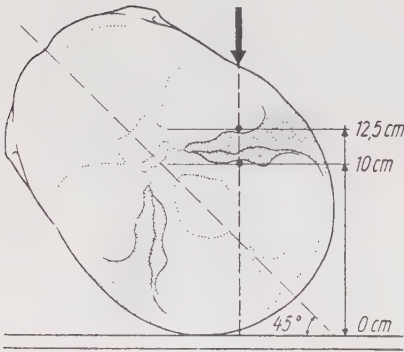


Abb. 6 Stenvers ohne 12°

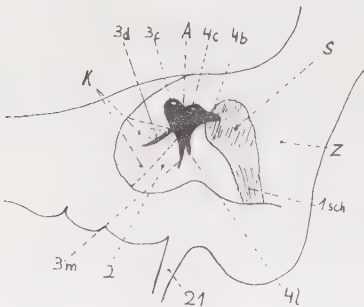


Abb. 7 Darstellung der Gehörknöchelchen bei Stenvers ohne 12°

c) SEITLICHE SCHÄDELLAGE mit lateralem Strahlengang
(Schüller)

Schädellage: Kopf mit der zu untersuchenden Seite
zum Film. (Abb. 8 und 9).

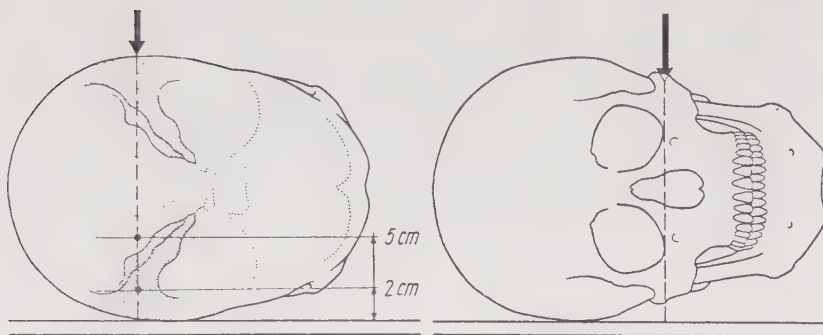


Abb. 8 Laterale Projektionsrichtung

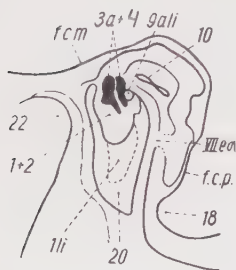


Abb. 9 Darstellung der Gehörknöchelchen bei lateraler Projektionsrichtung

Bevor an den Präparaten die Defekte gesetzt wurden, wurde jedes Präparat zunächst in den oben dargestellten Projektionsrichtungen ohne Defekt durchgeschichtet, um später für die Defektdiagnose Vergleichsaufnahmen zu besitzen.

3. Die gesetzten Defekte

Um die weiter unten genau definierten Defekte an den Gehörknöchelchen durchführen zu können, mußte an den isolierten Schläfenbeinen das Cavum tympani eröffnet werden. Hierbei war darauf zu achten, daß die anatomisch physiologische Struktur der Gehörknöchelchenkette, die durch die gelenkigen Verbindungen untereinander und ferner durch den Muskel- und Bänderapparat der Paukenhöhle gegeben ist, nicht zerstört wurde. Diese Forderung wurde erfüllt durch die Fensterung des Tegmen tympani, ventro-lateral der Eminentia arcuata der Pyramide (Abb. 10).

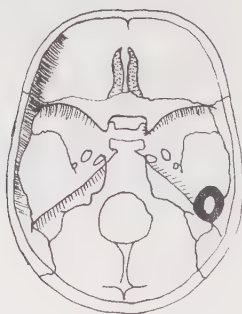


Abb. 10 Fensterung des Tegmen tympani

Nach Eröffnung der Paukenhöhle wurden folgende Frakturen und Luxationen unter Verwendung eines Operationsmikroskopes an den Gehörknöchelchen durchgeführt:

- a) Fraktur des Manubrium mallei - an Präparat II und V
am Übergang zum Collum
- b) Fraktur des Crus breve
incudis - an Präparat IV und IX
- c) Fraktur des Crus longum
incudis ohne Durchtrennung
des Amboß-Steigbügel-
Gelenkes - an Präparat V und VII
- d) Fraktur des Crus longum
incudis und gleichzeitige
Durchtrennung des Amboß-
Steigbügel-Gelenkes - an Präparat V und VII
- e) Luxation des Hammer-Amboß-
Gelenkes und gleichzeitige
Dislokation um 1 - 2 mm - an Präparat III und VI
- f) Luxation des Amboß-Steig-
bügel-Gelenkes und gleich-
zeitige Dislokation von
ca. 1 mm - an Präparat IV und VIII

Von den insgesamt 10 Präparaten konnten zwei, nämlich Präparat I und X wie bereits oben erwähnt nicht für die Versuche benutzt werden.

Damit sich die Luxationen der Gelenke in der Zeit von der Defektsetzung bis zur Tomographie nicht wieder verschieben konnten, wurden in die Gelenkspalten Celluloidstreifen von 1 - 2 mm Stärke zur Fixierung der Luxation eingebracht, die röntgennegativ waren.

Da die unter a - f aufgeführten Defekte an jeweils zwei verschiedenen Präparaten vorgenommen wurden, konnte sich die spätere Diagnose auf je zwei Darstellungen stützen.



Abb. 11 Gehörknöchelchen in frontaler Sicht.
a) ovales, b) rundes Fenster.

(aus F. Zöllner "Hals- Nasen- Ohrenheilkunde"
Thieme Stuttgart 1971)

4. Ergebnisse - Tabellen - Skizzen

- a) Fraktur des Manubrium mallei am Übergang zum Collum (Abb. 12)

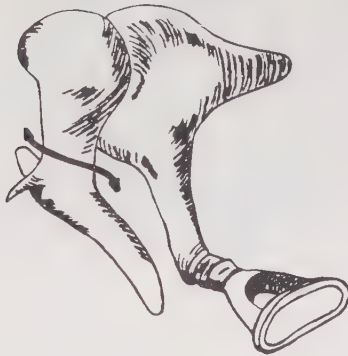


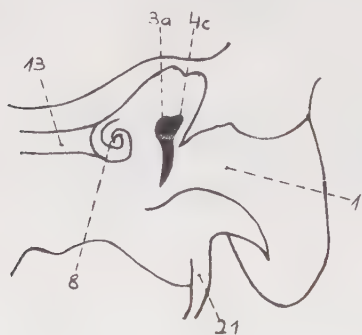
Abb. 12

Projektion	Präp. II	Präp. V
Sagittal a-p	Ø	++
Stenvers ohne 12°	Ø	Ø
Lateral	Ø	Ø

Zeichenerklärung:

- ++ = sehr gut diagnostizierbar
+ = gut diagnostizierbar
Ø = nicht diagnostizierbar

Sehr gut nachweisbar war die Fraktur am Manubrium mallei in sagittaler Schädellage mit anterior-posteriorem Strahlengang bei Präp. V (Abb. 13). Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, daß bei diesem Präparat durch den Abriß des Manubriums die sonst vorhandene Spannung des Trommelfells erheblich nachließ, und so das Trommelfell in Richtung des Meatus acusticus externus verlagert wurde. BOENNINGHAUS (6). Die normalerweise typische Abknickung des Manubriums gegenüber dem Collum mallei in der Sagittalen a-p ging dadurch verloren und wurde in eine atypische Form übergeführt, die hier eindeutig als Nachweis für die Fraktur anzusehen ist.



a-p

Abb. 13

b) Fraktur des Crus breve incudis (Abb. 14)

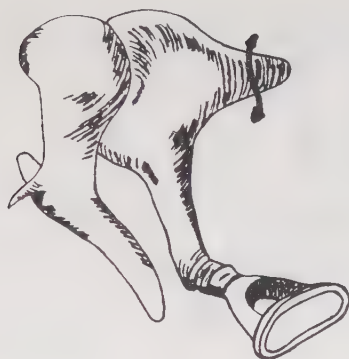


Abb. 14

Projektion	Präp. IV	Präp. IX
Sagittal a-p	Ø	Ø
Stenvers ohne 12°	Ø	Ø
Lateral	Ø	Ø

Der Defekt am Crus breve incudis konnte in keiner Projektion und bei keinem der beiden Präparate IV und IX sicher diagnostiziert werden. Eine mögliche Ursache mag darin liegen, daß der Frakturspalt zu sehr nach dorsal gelegt worden war und das abgesprengte hintere Stück zu klein war, um es röntgenologisch zu erfassen. Eine schroffe Abgrenzung nach dorsalwärts war nicht nachweisbar.

- c) Fraktur des Crus longum incisive ohne Trennung des Anter-Stenocervical-Gelenkes Abb. 15

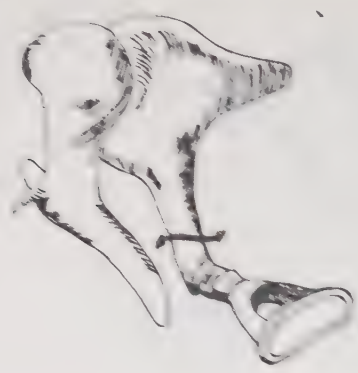


Abb. 15

Projektion	Fig. I	Fig. III
Sacittal A-g	0	0
Stenocerv. Zone 12"	0	0
Lateral	0	0

Das Crus longum incisive war bei der Aufzeichnung auf den Orientierungsaufnahmen in der Stenocerv-Projektion und in der Lateralen Röntgenaufnahme beschrieben. Besonders bei Aufnahme III war ebenfalls auf diesen Aufnahme eine Fraktur zu sehen. Bei der Aufnahme des Crus longum incisive jedoch nicht zu sehen. Es war es nicht in dieser Projektion war es bei Aufnahme III zu sehen. Bei der Aufnahme III war es nicht zu sehen. Bei der Aufnahme III war es nicht zu sehen.

- d) Fraktur des Crus longum incudis und gleichzeitige Durchtrennung des Amboß-Steigbügel-Gelenkes (Abb. 16)

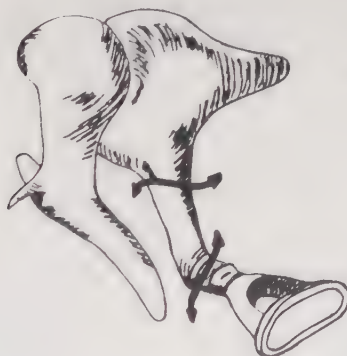
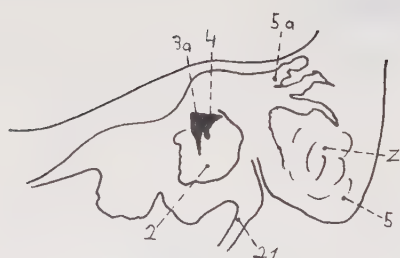


Abb. 16

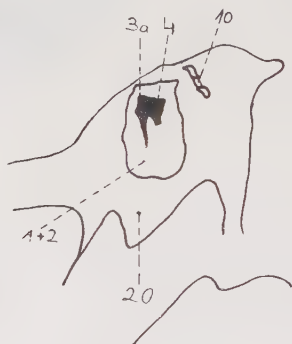
Projektion	Präp. V	Präp. VII
Sagittal a-p	Ø	Ø
Stenvers ohne 12°	Ø	+ +
Lateral	+	+ +

Bei diesem Versuch wurde zusätzlich zur Fraktur des Crus longum incudis, wie unter c) dargestellt, das Amboß-Steigbügel-Gelenk durchtrennt. Daher kam es hier zur Aussprengung eines ganzen Knochenteiles. Auf den Röntgenbildern fehlte nun deutlich sichtbar der oben erwähnte grazile Schatten des Crus longum incudis und nur der kräftigere des Manubrium mallei war noch zu sehen. Die Diagnose konnte eindeutig gestellt werden (Abb. 17).

Daß die röntgenologische Aussage für Präparat V nicht so positiv ausfiel, lag daran, daß die Fraktur zu nahe am Amboß-Steigbügel-Gelenk gesetzt worden war und so der ausgesprengte Teil zu klein war, um bei der ohnehin schon graziilen Abbildung des Crus longum incudis eine in allen Projektionen eindeutige Diagnose zu geben.



Stenvers



Lateral

Abb. 17

- e) Luxation des Hammer-Amboß-Gelenkes mit gleichzeitiger Dislokation um 1 - 2 mm (Abb. 18)



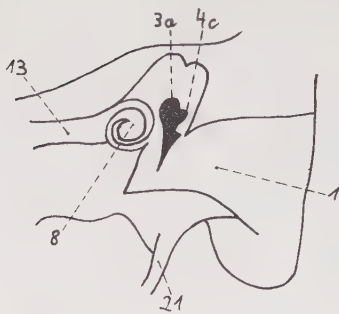
Abb. 18

Projektion	Präp. III	Präp. VI
Sagittal a-p	+	+
Stenvers ohne 12°	+	+
Lateral	+	+

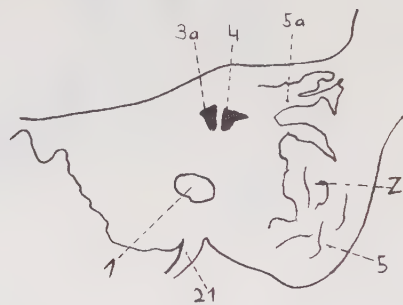
Die Luxation des Hammer-Amboß-Gelenkes mit gleichzeitiger Dislokation der Gehörknöchelchen konnte in allen Projektionen und bei beiden Präparaten gut bis sehr gut nachgewiesen werden (Abb. 19).

Sind bei sagittalem Strahlengang Hammer und Amboß nicht aufeinander projiziert, was bei bestimmten Schnitten zu sehen war, so stellte sich dieser Defekt in Form einer Stufe zwischen beiden Knöchel-

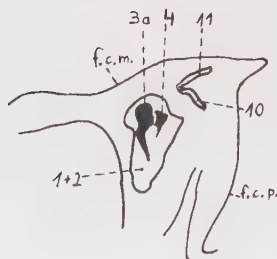
chen dar. In der Stenvers-Projektion wurden Hammer und Amboß sowie das Hammer-Amboß-Gelenk nebeneinander projiziert. Hier zeigte sich die Luxation des Gelenkes als Verbreiterung des Gelenkspaltes; die Knöchelchen lagen getrennt nebeneinander. Eine Gelenkspaltverbreiterung zeigte sich ebenfalls in lateraler Projektion.



a-p



Stenvers



Lateral

- f) Luxation des Amboß-Steigbügel-Gelenkes mit gleichzeitiger Dislokation von ca. 1 mm (Abb. 2o)

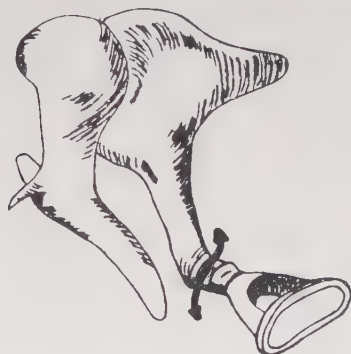


Abb. 2o

Projektion	Präp. IV	Präp. VIII
Sagittal a-p	Ø	Ø
Stenvers ohne 12°	Ø	Ø
Lateral	Ø	Ø

Die Untersuchungen an beiden Präparaten ergaben in allen drei Projektionsrichtungen kein Ergebnis, was zu einer einwandfreien Diagnose führte. Bereits die Darstellung des Stapes an sich war nicht möglich; ebenso konnte auch das Amboß-Steigbügel-Gelenk auf den Aufnahmen nicht erkannt werden. Auch auf indirektem Wege, d. h. durch erkennbare Verlagerung des Crus longum incudis oder des Corpus incudis konnte nicht auf eine Luxation des Gelenkes geschlossen werden. Die Knochenstrukturen im Bereich dieses Gelenkes sind für die röntgenologische Darstellung zu dünn.

ÜBERSICHT

Defekte	Projektionsrichtungen		
	Sagittal a-p	Stenvers ohne 12°	Lateral
1. Fraktur Manubrium mallei am Übergang zum Collum Präp. II Präp. V	Ø + +	Ø Ø	Ø Ø
2. Fraktur Crus breve incudis Präp. IV Präp. IX	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
3. Fraktur Crus longum incudis ohne Durchtrennung des Amboß-Steigbügel-Gelenkes Präp. V Präp. VII	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
4. Fraktur Crus longum incudis mit gleichzeitigem Durchtrennen des Amboß-Steigbügel-Gelenkes Präp. V Präp. VII	Ø Ø	Ø + +	+ + +
5. Luxation des Hammer-Amboß-Gelenkes mit gleichzeitiger Dislokation um 1 - 2 mm Präp. III Präp. VI	+ + +	+ + +	+ + + +
6. Luxation des Amboß-Steigbügel-Gelenkes mit gleichzeitiger Dislokation von ca. 1 mm Präp. IV Präp. VIII	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø

V. DISKUSSION

Übersichtsaufnahmen sind für die Darstellung von Luxationen und Frakturen an den Gehörknöchelchen nicht aussagekräftig genug. Allein die Tomographie und im besonderen die Tomographie mit allseitiger Verwischung bietet die Möglichkeit, diese Knochenstrukturen des Mittelohres darzustellen. Zum Nachweis von künstlich gesetzten Defekten an den Gehörknöchelchen isolierter Schläfenbeine wurde daher diese Röntgentechnik ausgewählt. Bei allen zur Verfügung stehenden Präparaten zeigte sich bei den Aufnahmen, die vor der Defektsetzung gemacht wurden, daß die anatomisch physiologische Anordnung der Gehörknöchelchenkette mit Ausnahme von sehr dünnen bzw. graziilen Strukturen, wie z. B. das Amboß-Steigbügel-Gelenk und der Steigbügel selbst, in den gewählten Projektionsrichtungen sagittal a-p, Stenvers ohne 12° und lateral immer wieder in der diesen Richtung eigenen Konfiguration gut zu erkennen war.

Beim Vergleich zwischen den Beobachtungen am Lebenden, FREY (15), und den in dieser Arbeit im Experiment erzielten Aussagen kann im einzelnen festgehalten werden:

1. Fraktur des Manubrium mallei am Übergang zum Collum

Die hier auftretende atypische Abknickung des Manubriums gegenüber dem Collum mallei konnte experimentell nur in der sagittalen a-p nachgewiesen werden. Indirekt konnte die Fraktur durch das Absinken des diskusartigen Trommelfells in Richtung des Meatus acusticus externus diagnostiziert werden. Bei tomographischen Untersuchungen am Lebenden konnte in Einzelfällen die Fraktur bei entsprechender Stufen-

bildung und Dislokation dagegen auch in der Stenvers- und der lateralen Projektion dargestellt werden, FREY (14).

2. Fraktur des Crus breve incudis

Theoretisch müßte ihr Nachweis am besten in der Stenvers-Einstellung möglich sein, da hier das Crus breve incudis in seinem ganzen Verlauf film-parallel getroffen wird. Am Lebenden wurden manchmal gute Ergebnisse in Stenvers und in lateraler Projektion mit erkennbarem Spalt zwischen Corpus incudis und Crus breve incudis erzielt. FREY (14) gibt jedoch auch an, daß die Frakturen hier nicht nachgewiesen werden können, wenn der Bruchspalt sehr schmal ist bzw. keine Dislokation stattgefunden hat.

Experimentell konnte in diesen Projektionen keine Diagnose gestellt werden. Eine mögliche Ursache liegt darin, daß die Fraktur zu weit nach dorsal gelegt worden war und das abgesprengte hintere Stück zu klein war. Die hier sonst bei einem Bruchspalt auftretende schroffe Abgrenzung nach dorsalwärts konnte daher nicht dargestellt werden.

3. Fraktur des Crus longum incudis ohne Durchtrennung des Amboß-Steigbügel-Gelenkes

Die experimentellen Untersuchungen ließen in keiner der drei Projektionen eine Diagnose zu. Ein Bruchspalt im Bereich dieser grazilen Knochenstrukturen konnte nicht erkannt werden.

Auch bei Untersuchungen am Lebenden mit Fraktur des Crus longum incudis kann man oft über eine Verdachtsdiagnose nicht hinausgehen, da Störschatten von Weichteilen die Diagnose erschweren bzw. unmöglich machen, FREY (15).

Zu 2. und 3.: Die Frakturen am Crus breve incudis und am Crus longum incudis konnten im Experiment nur an den dünnen Endigungen gesetzt werden, da an den Präparaten sonst die Anordnung der Gehörknöchelchen zu stark zerstört worden wäre und eine Aussage von vornherein nicht zugelassen hätte. Die Frakturen lagen also in Bereichen, in denen die Knochenstrukturen sehr grazil und auf den Röntgenbildern nicht zu erkennen waren.

4. Fraktur des Crus longum incudis und gleichzeitige Durchtrennung des Amboß-Steigbügel-Gelenkes

Durch die zusätzliche Durchtrennung des Amboß-Steigbügel-Gelenkes kam es hier im Gegensatz zur einfachen Fraktur des Crus longum incudis wie unter 3. beschrieben zur Aussprengung eines Knochenteiles. Dies wurde eindeutig in Stenvers und in der lateralen Projektionsrichtung sichtbar.

Untersuchungen über einen Defekt dieser Art am Lebenden, bei dem es also zur Aussprengung eines Teiles des Crus longum incudis kam, sind nicht bekannt und somit ein direkter Vergleich nicht möglich.

5. Luxation des Hammer-Amboß-Gelenkes und gleichzeitige Dislokation um 1 - 2 mm

Durch die Luxierung dieses Gelenkes kam es

- a) zu einer Stufenbildung von 1 - 2 mm und
- b) zur Verbreiterung des Gelenkspaltes um 1 - 1,5 mm.

Die experimentellen Ergebnisse bestätigten die bereits bekannten Beobachtungen am Lebenden. Die Stufenbildung wurde auch im Experiment bei anterior-posteriorem Strahlengang sichtbar, die Verbreiterung des Gelenkspaltes in der Stenvers- und der lateralen Projektion.

6. Luxation des Amboß-Steigbügel-Gelenkes und gleichzeitige Dislokation von ca. 1 mm

Experimentell konnte kein Nachweis für die Luxation erbracht werden. Auch ein indirekter Nachweis über eine erkennbare Verlagerung des Crus longum incudis oder des Corpus incudis war bei einer so geringen Dislokation in diesem Bereich nicht möglich. Dieses negative experimentelle Ergebnis stimmt mit dem bisher am Lebenden erzielten Ergebnissen überein. Wie bereits weiter oben dargestellt, werden diese dünnen Strukturen der Gehörknöchelchenkette normalerweise überstrahlt.

Bei der Defektsetzung war allgemein darauf zu achten, daß außer den gewünschten Defekten keine weiteren Veränderungen an der Gehörknöchelchenkette auftraten. Hierdurch war auch in erster Linie die Grenze der experimentellen, isolierten Defektsetzung an speziell diesen Knochenstrukturen gegeben. Ferner ist in dieser Tatsache auch der Unterschied zu den Beobachtungen am Lebenden zu sehen. Bisher konnten hier kaum Einzeldefekte dieser Art beobachtet werden. Meist lagen zusätzlich weitere Veränderungen an den Gebilden des Mittelohres vor, BOENNINGHAUS (6).

Die eindeutige Bestimmung, in welchen Projektionsrichtungen die gesetzten Frakturen bzw. Luxationen an den Gehörknöchelchen am deutlichsten darzustellen sind, ist weitgehend davon abhängig, inwieweit die Ossicula selbst mit ihren variierenden Strukturen bei der Tomographie mit hypocyloider Verwischung überhaupt sichtbar sind.

Die Darstellbarkeit kleiner Defekte ist ferner zu einem großen Teil von der Dicke und den Krümmungen der zu untersuchenden Knochenstrukturen abhängig, ebenfalls von der Dichte und den diese Defekte umgebenden Gebilden, REISNER (32). Diese Tatsache war mitentscheidend für die erzielten Ergebnisse.

Insgesamt war bei der experimentellen Untersuchung die Diagnose von Frakturen und Luxationen an den Gehörknöchelchen an verschiedenen Präparaten möglich.

Die Fraktur am Manubrium mallei, am Übergang zum Collum, konnte am besten in der anterior-posterioren Projektionsrichtung durch die Darstellung der hierbei auftretenden atypischen Abknickung dargestellt werden.

Die Fraktur des Crus longum incudis mit gleichzeitiger Durchtrennung des Amboß-Steigbügel-Gelenkes, bei der es also zur Aussprengung eines Knochenteiles kam, wurde sowohl in Stenvers ohne 12° als auch in der lateralen Projektion sehr gut sichtbar.

Die Diagnose der Luxation des Hammer-Amboß-Gelenkes war bei beiden Präparaten durch den Nachweis der Stufenbildung bzw. Gelenkspaltverbreiterung gut bis sehr gut in allen drei Projektionsrichtungen (a-p, Stenvers ohne 12° und lateral) möglich.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Aufgabe der Untersuchung war es, Frakturen bzw. Luxationen der Gehörknöchelchen an isolierten Schläfenbeinen mit Weichteilen durch Schichtaufnahmen mit hypozycloider Verwischung darzustellen. Dazu wurden Frakturspalten bzw. Luxationen in der Größenordnung von 1 - 2 mm gesetzt. Es galt festzustellen, ob und in welchen der drei angewandten Projektionen, anterior-posterior, lateral und Stenvers ohne 12° Winkel, diese Defekte am besten zu erkennen waren.

Die Fraktur des Manubrium mallei konnte sehr gut in der sagittalen Schädellage mit anterior-posteriorem Strahlengang diagnostiziert werden. Die Luxation des Hammer-Amboß-Gelenkes stellte sich gut bis sehr gut in der sagittalen a-p, der Stenvers- und der lateralen Projektion dar. Die Fraktur des Crus longum incudis mit gleichzeitiger Durchtrennung des Amboß-Steigbügel-Gelenkes, wodurch es zur Aussprengung kommt, wurde sehr gut sichtbar in Stenvers ohne 12° als auch in der lateralen Projektion.

Nicht nachweisbar war die isolierte Fraktur des Crus longum incudis, die isolierte Fraktur des Crus breve incudis sowie die Luxation des Amboß-Steigbügel-Gelenkes ohne gleichzeitige Frakturbeteiligung der übrigen Gehörknöchelchenkette.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

- 1) AGAZZI, C., P.L. COVA, M. SENALDI:
Semeiotica stratigrafica dell'osso
temporale.
Simp. Intern. dei Radio. in Otorinolar.
Verlag Industr. Poligr. Lomb., Mailand
(1958).
- 2) AGAZZI, C., P.L. COVA, M. SENALDI:
Simposia internationale sui moderni
indirizzi di diagnostica radiologica
in otorinolaringologia. Milano 1968.
- 3) BAIER, H.:
Schichtaufnahmen in kreisförmiger und
anderen nicht linearen Verwischungen.
Röntgen-Bl. 17 (1964) 197.
- 4) BAYER, H., I. ERGO:
Experimentelle röntgenologische Unter-
suchungen über den Nachweis von Knochen-
defekten am Processus mastoideus.
Fortschr. Röntgenstr. 70 (1944) 111 - 123.
- 5) BECK, C.:
Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Bd. III/1
herg. von J. Berendes, R. Link, F. Zöllner.
Thieme, Stuttgart 1965.
- 6) BOENNINGHAUS, H.G.:
Kapitel: "Ohrverletzungen" im Handbuch der
HNO-Heilkunde. Bd. III/1 S. 843 ff.
Thieme Verlag, Stuttgart (1964).
- 7) BRÜNNER, S., O. PETERSEN, P. STOKSTED:
Tomography of the auditory ossicles.
Acta radiol. (Stockh.) 56 (1961) 20 - 29.

- 8) BULLO, E.: Valore della stratigrafica nella diagnostica radiologica dell'orecchio. Radiol. med. Torino 37 (1951) 877 - 900.
- 9) DULAC, G. L.: Incidences analytiques dans la tomographie des osselets de l'oreille moyenne. J. Radiol. Electrol. 42 (1961) 84 - 87.
- 10) FISCHGOLD, H., J. METZGER, J. SIMON: Image radiographique de la région pétro-sphéno-occipitale incidence des quatre dernières paires crâniennes. Acta radiol. 42 (1954), 56 - 64.
- 11) FREY, K.W.: Schichtaufnahmen des Felsenbeins mit polyzyklischer Verwischung. Fortschr. Röntgenstr. 85 (1956) 433 - 447.
- 12) FREY, K.W.: Die Detaillierbarkeit des Schläfenbeins bei Schichtaufnahmen in hypozycloider Verwischung. Habilitationsschrift, München (1961).
- 13) FREY, K.W.: Die Tomographie zur Diagnostik der Gehörknöchelchen. Röntgen.-Bl. 17 (1964) 527 - 545.
- 14) FREY, K.W.: Tomographie in der Unfalldiagnostik des Mittelohrs. Fortschr. Röntgenstr. 103 (1965) 449 - 463.
- 15) FREY, K.W.: Die Tomographie bei Luxation und Frakturen der Gehörknöchelchen. Ztschr. f. Laryngol.-Rhinolog.-Otol. 46 (1967) 765 - 775.
- 16) FREY, K.W.: Tomographie des Schläfenbeins. Röntgen-Bl. 21 (1968) 1 - 16, 347 - 364, 414 - 429.

- 17) GEBAUER, A.: Fehlerquellen im Röntgenschnittbild.
Röntgen-Bl. 14 (1961) 145
- 18) GEORGI, M., J. BECKER, M. SCHEURLIN:
Indikationen und Ergebnisse der Tomographie
des Felsenbeins in Stenvers-Projektion.
Röntgen.-Bl. 21 (1968) 309 - 317.
- 19) GLANINGER, J.: Untersuchungen zur Festigkeit der Gehör-
knöchelchen und ihrer Gelenke.
Mschr. Ohrenheilk. 95 (1961) 353 - 373.
- 20) GRASHEY, R., BIRKNER:
Atlas typischer Röntgenbilder von normalen
Menschen.
Urban + Schwarzenberg, München u. Berlin
1955.
- 21) GROSSMANN, G.: Tomographie I.
Fortschr. Röntgenstr. 51 (1935) 61 - 80.
- 22) KLEY, W.: Frakturen und Luxationen der Gehörknöchel-
chen bei Schläfenbeinfrakturen.
Z. Laryng. Rhinol. 45 (1966) 292 - 313.
- 23) LANGFELDT, B.: Tomographie of the middle ear in columella
operations.
Acta radiol. 53 (1960), 129 - 136.
- 24) LEISSE, O.: Beobachtungen bei Pyramidenlängsfrakturen.
HNO-Berlin 5 (1955/56), 252.
- 25) LEMAHIEU, S.F.:
Valeur respective de l'incidence III de
Chaussé et de la tomographique dans l'étude
radiologique du rocher.
Acta otol. etc. Belg. 6 (1952) 463 - 517.
- 26) MOUNIER-KUHN, P., E. HEIMENDINGER,
R. RABER, G. KLOTZ:
Etude tomographique de l'oreille moyenne.
Ann. Oto-Laryng. 73 (1956) 873 - 877.

- 27) MÜNDNICH, K., K.W. FREY:
Das Röntgenbild des Ohres.
Thieme, Stuttgart 1959.
- 28) MUNTEAN, E., J. FINK:
Das Röntgentomogramm des Felsenbeins.
Fortschr. Röntgenstr. 63 (1941) 183 - 194.
- 29) OMBRÉDANNE, M.:
Les surdités congénitales par malformations
ossiculaires. Leur traitement chirurgical.
Ann. Oto.-Laryng. 76 (1959) 425 - 454.
- 30) PÖSCHL, M.: Untersuchungen über das tomographische Bild.
Fortschr. Röntgenstr. 62 (1940) 33 - 59.
- 31) PÖSCHL, M.: Der tomographische Querschnitt durch das
Felsenbein.
Fortschr. Röntgenstr. 68 (1943) 174 - 179.
- 32) REISNER, K.: Experimentelle Untersuchungen zur Detaillier-
kennbarkeit im Röntgenschnittbild des Schä-
dels.
Habilitationsschrift, Mainz 1969
Fortschr. Röntgenstr. 112 (1970) 332 - 344.
- 33) REISNER, K., J. GOSEPATH:
Schädeltomographie
Thieme Verlag 1973.
- 34) ROVSING, H., J. JENSEN, S. BRUNNER:
Visulation of the vestibular window
in otosclerosis.
XI. Cong. Int. Radiologie, Rom 1965
Vortrag Nr. 442.
- 35) TERRAHE, K.: Die Röntgendiagnostik der Frakturen des
Schläfenbeins und der Luxationen der Ge-
hörknöchelchen.
Z. Laryng. Rhinol. 45 (1966) 313 - 319.

- 36) VALVASSORI, E.:
Lammiographie of the ear in otosclerosis.
Rev. de Laryng., Otol., Rhin., 84 (1963)
770 - 778.
- 37) VIGNAUD, J., J. DANIC, R. LICHTENBERG, J. SUDAKA:
Nouvelles recherches en radio-otologie.
I. Radiographique de l'etrier
II. Aspect tomographique de la fenêtre ovale
dans l'otospongiose.
J. Radiol. Electrol. 46 (1965) 129 - 134.
- 38) WRIGHT, W., C. TAYLOR, J. BIZAL:
Tomography and the vulnerable incus.
Ann. Otol. (St. Louis) 78 (1969) 263 - 280.
- 39) WRIGHT, W., C. TAYLOR:
Advantages of tomographie in trauma.
Laryngoscope (St. Louis) 78 (1968) 973 - 985.

Herrn Prof. Dr. K. W. Frey danke ich für die Überlassung und Einführung in das Thema.

Herrn Priv.-Doz. Dr. M. Münzel danke ich ebenfalls für die tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung der experimentellen Arbeit.

Ein weiterer Dank gilt dem Leiter der anatomischen Anstalt der Ludwig-Maximilians-Universität, Herrn Prof. Dr. Frick, und seinem Mitarbeiter, Herrn Buchheim, für die Bereitstellung und Vorbereitung des Untersuchungsmaterials.

LEBENS LAUF

Am 8. November 1943 wurde ich in Bad Honnef geboren.

Das Reifezeugnis erhielt ich im Januar 1969 am
Oberhausen-Kolleg.

Vom Sommersemester 1969 bis zum Ende des Wintersemesters
1969/70 studierte ich an der TU-Berlin Wirtschaftsinge-
nieurwissenschaften.

Im Sommersemester 1970 begann ich in München das Studium
der Zahnmedizin. Hier bestand ich im Sommersemester 1971
das Vorphysikum, im Sommersemester 1972 das Physikum und
im Sommersemester 1975 das Staatsexamen.

